

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 19920081152924

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

纯软件开放式五轴联动数控系统研究

Research of Five-axis Pure-Soft Open CNC System

陈慧超

指导教师姓名: 陈永明副教授

专 业 名 称: 机械电子工程

论文提交日期: 2011 年 5 月

论文答辩时间: 2011 年 6 月

学位授予日期: 2011 年 6 月

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

2011 年 6 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

在现代制造业中，尤其是精密机械加工，使用数控机床作为制造装备日趋普遍，数控设备的功能与性能在很大程度上决定了产品的质量及生产效率。特别是针对一些复杂零件，如叶轮、叶片、船用螺旋桨、重型发电机转子、汽轮机转子、大型柴油机曲轴等，普通数控机床难以满足加工要求。对于这类零件的加工，通常需要采用五轴甚至五轴以上的高端数控机床。

数控系统作为数控机床的灵魂和核心，它与数控机床的关系相当于计算机软件与硬件的关系。五轴机床在结构上具备了多轴运动的可能性，而要实现五轴联动加工，还需要配置能同时控制五个轴联合运动的控制系统，即五轴联动数控系统。

开放式数控系统不依赖特定的硬件平台和操作系统平台，采用模块化和标准化的结构体系，允许用户进行二次开发。美国 Soft Servo Systems 公司的 ServoWorks CNC 是基于 PC 解决方案的纯软件开放式 CNC 技术，它对硬件体现了很高的兼容性，可以运行在目前通用的 PC 微机操作系统平台之上，并且通过 RTX 软件扩展了 Windows 系统的实时性，使之符合数控系统的实时性要求。基于 ServoWorks CNC 的 S-140M，可根据不同的需求开发出相应的五轴联动数控系统。

本文首先对 ServoWorks CNC 进行了全面研究，搭建了一个小型五轴机床模型，并结合五轴机床的基本功能要求，运用 S-140M 开发了一套五轴联动数控系统，最后对五轴机床的后置处理技术进行了比较全面的分析和讨论。

关键词：五轴机床；开放式数控；后置处理。

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

In the modern manufacturing, especially the precision machining, NC equipment is becoming more and more popular , whose function and performance largely determines the quality of the products and the production efficiency. To meet those conditions, more and more manufacturing enterprise adopts the high-end NC machine—Five-axis machine. Five-axis machine is a series of advantages compared to general machine.

CNC system is the soul of CNC machine. The relationship between CNC system and CNC machine is just like the relationship between hardware and software. Five-axis machine has the possibility of Multi-axis motion on the structure, To realize Five-axis linkage and finally complete the processing, we still need Five -axis CNC system.

Open CNC system does not depend on specific hardware platforms、 operating system platform. ServoWorks CNC technology of Soft Servo Systems, Inc, is an Open CNC system. It uses Modular and standardization of the structure system, and allows users to do some secondary development. ServoWorks CNC is a soft CNC technology based on PC-based solution. It has good compatibility to the hardware. It can run on the conventional PC operation system platform and extend the real time capability of Windows system using RTX software to satisfy the requirement of CNC system. The product S-140M is a Five-axis CNC system.

This paper will do some research of ServoWorks CNC first, then put forward and build a Five-axis the experiment platform and setup a Five -axis CNC system—S-140M for this experiment platform, at last do some research of Post Processing of Five -axis CNC machine.

Key Words: Five-axis machine; Open CNC; Post Processing.

厦门大学博硕士论文摘要库

目录

第一章 绪论	1
1.1 五轴机床简介	1
1.1.1 五轴机床的功能和特点	1
1.1.2 五轴机床与数控系统、CAM 软件	5
1.2 开放式数控系统技术	5
1.2.1 数控系统的概念及发展历程	5
1.2.2 开放式数控系统的概念	6
1.2.3 开放式数控系统的产生	7
1.2.4 开放式数控系统的特点及与传统数控系统的比较	7
1.2.5 开放式数控系统架构	8
1.3 课题概论	9
1.3.1 选题背景	9
1.3.2 课题的工作进程	10
1.3.3 论文的全文组织	10
第二章 纯软件开放式 ServoWorks CNC 的研究	13
2.1 ServoWorks CNC 概述	13
2.2 Ardence RTX 实时扩展子系统	14
2.3 ServoWorks CNC 的硬件平台	15
2.4 ServoWorks CNC 的操作系统平台	15
2.4.1 Windows XP Embedded 嵌入式操作系统简介	16
2.4.2 Windows XP Embedded 嵌入式操作系统构建	17
2.5 ServoWorks CNC 软件架构	24
2.5.1 ServoWorks CNC 软件架构概述	24
2.5.2 ServoWorks CNC 引擎内核	25
2.5.2.1 ServoWorks CNC 运动引擎	25
2.5.2.2 ServoWorks CNC G 代码解释器	26
2.5.2.3 ServoWorks CNC PLC 引擎	26
2.5.3 ServoWorks CNC 实时 DLL	27
2.5.4 ServoWorks CNC Develop Kit 二次开发包	27
2.6 ServoWorks CNC 通讯硬件平台	27
2.6.1 ServoWorks CNC 硬件技术概述	27
2.6.2 VersioBus 光纤数字网络	28
2.6.3 EtherCAT 通讯平台	30
2.6.4 专用通讯平台	31
2.7 本章小结	31
第三章 五轴机床模型的搭建	33
3.1 五轴机床的结构形式	33
3.1.1 五轴机床的坐标系统	33
3.1.2 刀具双摆动五轴机床	34
3.1.3 刀具加工作台旋转式五轴机床	35

3.1.4 工作台双旋转式五轴机床.....	35
3.2 五轴机床模型的设计	36
3.2.1 五轴机床模型设计方案的确定.....	36
3.3.2 五轴头的设计.....	38
3.3 基于五轴机床模型的数控加工仿真系统构建	40
3.3.1 VERICUT 软件简介	40
3.3.2 基于五轴机床模型的数控加工仿真系统构建.....	41
3.3.2.1 建立机床本体	41
3.3.2.2 建立刀具库	46
3.3.2.3 选择控制系统	46
3.3 本章小结	47
第四章 基于 ServoWorks CNC 的 S-140M 研究.....	49
4.1 S-140M 简介	49
4.1.1 ServoWorks CNC 引擎内核的初始化	49
4.1.2 主界面.....	50
4.1.3 CNC 参数的读取和设置	51
4.1.4 实时状态显示.....	52
4.2 S-140M 的电气系统	53
4.3 LadderWorks PLC	54
4.4 本章小结	58
第五章 基于 S-140M 的五轴机床模型参数设置.....	59
5.1 CNC 系统基本参数设置	59
5.2 伺服参数设置	60
5.2.1 数控机床伺服控制概论.....	60
5.2.2 伺服参数设置.....	61
5.2.2.1 伺服端参数设置	61
5.2.3.2 CNC 系统端参数设置.....	62
5.2.3.3 伺服调整方法	63
5.3 本章小结	64
第六章 五轴机床的后置处理	65
6.1 数控自动编程概述	65
6.2 PowerMILL 简介	66
6.3 PowerMILL 五轴后置处理	67
6.3.1 后置处理简介.....	67
6.3.2 PowerMILL 后置处理的输入数据	67
6.3.3 PowerMILL 后置处理的流程	69
6.3.4 机床选项文件概述.....	70
6.3.5 定制机床选项文件的规则.....	71
6.3.5.1 “字”定义	72
6.3.5.2 “格式”定义	72
6.3.5.3 “关键词”定义	73
6.3.5.4 “代码”定义	73
6.3.5.5 程序段格式定义	73

6.3.5.6 指令定义	74
6.3.6 五轴机床的机床选项文件定制.....	74
6.3.6.1 五轴机床的 RTCP 功能	74
6.3.6.2 RTCP 功能的数学原理.....	74
6.3.6.3 S-140M 的 RTCP 功能设置.....	75
6.3.6.4 典型的 PowerMILL 五轴机床选项文件设置	77
6.4 本章小结	78
第七章 总结与展望	79
7.1 总结.....	79
7.2 展望.....	79
参考文献	81
致谢	85
攻读硕士学位期间发表的论文	87

厦门大学博硕士论文摘要库

CONTENTS

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Introduction of Five-axis machine	1
1.1.1 Characteristics of Five-axis machine	1
1.1.2 Relationship between Five-axis machine, CNC and CAM	5
1.2 Open CNC System Technology	5
1.2.1 Concept and Development of CNC System	6
1.2.2 Concept of Open CNC System	7
1.2.3 Source of Open CNC System	7
1.2.4 Features of Open CNC System and the Comparison with Traditional CNC Systems	7
1.2.5 System Architecture of Open CNC System	8
1.3 Conspectus of the Research	9
1.3.1 Background of the Research	9
1.3.2 Course of the Research	9
1.3.3 Structure of the Paper	10
Chapter2 Research on Pure-Soft Open ServoWorks CNC	13
2.1 Overview of ServoWorks CNC	13
2.2 Ardence RTX RealTime Subsystem	14
2.3 Hardware Platform	15
2.4 Operating System Platform	15
2.4.1 Overview of Windows XP Embedded	16
2.4.2 Construction of Windows XP Embedded	17
2.5 Software Architecture of ServoWorks CNC	24
2.5.1 Overview of Software Architecture	24
2.5.2 ServoWorks CNC Engines	25
2.5.2.1 Move Engine of ServoWorks CNC	25
2.5.2.2 G Code Interpreter of ServoWorks CNC	26
2.5.2.3 PLC Engine of ServoWorks CNC	26
2.5.3 ServoWorks CNC RealTime DLL	27
2.5.4 ServoWorks CNC Develop Kit	27
2.6 Communications Hardware Platforms of ServoWorks CNC	27
2.6.1 Overview of Hardware Technology	27
2.6.2 VersioBus Interface System	28
2.6.3 EtherCAT Communications Platforms	30
2.6.4 Special Communications Platforms	31
2.7 Summary	31
Chapter 3 Construction of Five-axis Experimental Platform	32
3.1 Structure of Five-axis Machine	33
3.1.1 Coordinate System of Five-axis Machine	33

3.1.2 Five-axis Machine of Tool Double Swing	34
3.1.3 Five-axis Machine of Tool Swing and Worktable rotate.	35
3.1.4 Five-axis Machine of Tool Swing and Worktable Double rotate.	35
3.2 Design of Five-axis Experimental Platform	36
3.2.1 Design Scheme of Five-axis Experimental Platform	36
3.3.2 Design of Five-axis Spindle	38
3.3 NC Machine Simulation System Construction	40
3.3.1 Introduction of VERICUT	40
3.3.2 NC Machine Simulation System Construction based on Five-axis Experimental Platform	41
3.3.2.1 Virtual Machine Construction	41
3.3.2.2 Arm-Mag Construction	46
3.3.2.3 Chose NC System	46
3.3 Summary	47
Chapter4 Research of S-140M Based on ServoWorks CNC	49
4.1 Five-axis NC System—S-140M	49
4.1.1 Initialization of ServoWorks CNC Engine	49
4.1.2 Main Interface of System	50
4.1.3 CNC Parameters Reading	51
4.1.4 Real-Time status Display	52
4.2 Electrical Connection of S-140M	53
4.3 LadderWorks PLC	54
4.4 Summary	58
Chapter5 Debugging of Five-axis Experimental Platform based on ServoWorks CNC	59
5.1 CNC Parameters Setting	59
5.2 Servo Parameters Setting	60
5.2.1 Overview of Servo Control of NC Machine	59
5.2.2 Servo Parameters Setting	60
5.2.2.1 Parameters Setting of Servo	61
5.2.3.2 Parameters Setting of CNC	62
5.2.3.3 The Way of Servo Parameters Setting	63
5.3 Summary	64
Chapter6 Post Processing of Five-axis Machine	65
6.1 Overview of CAM	65
6.2 Overview of PowerMILL	66
6.3 Post Processing of Five-axis Machine Based on PowerMILL	67
6.3.1 Overview of Post Processing	67
6.3.2 Input Data of Post Processing	67
6.3.3 Process of Post Processing Based on PowerMILL	69
6.3.4 Overview of Machine Option File	70
6.3.5 Rules of Development of Machine Option File	71

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库